

крепкого раствора, т. е. ниже температуры слабого раствора приблизительно на 45 °С. Паровое пространство кипятильника не разделено и пар со всех отсеков отводится в ректификационную колонну.

#### *Библиографический список*

1. Соколов, Е.Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения: учеб. пособие для вузов / Е.Я. Соколов, В.М. Бродянский. М.: Энергоиздат, 1981. 320 с.
2. Бадылькес, И.С. Абсорбционные холодильные машины: учеб. пособие для вузов / И.С. Бадылькес, Р.Л. Данилов. М.: Пищевая промышленность, 1966. 356 с.

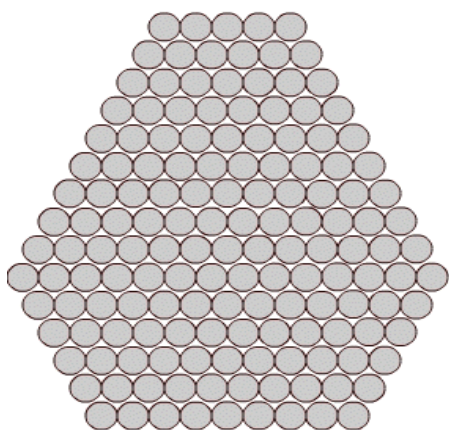
### **ПРИМЕНЕНИЕ АМОРФНЫХ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ – ПУТЬ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ**

*Мухачев Д. Н., Орлов П. А., Саранкина Е., Лягаева Л., Пирумян Н. М.*

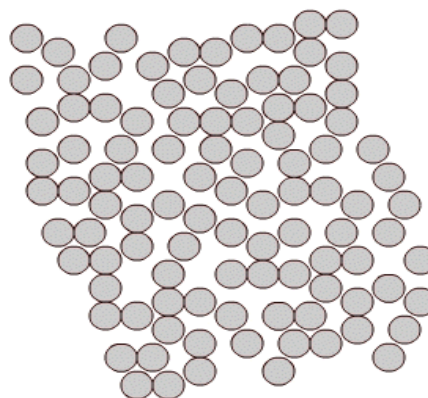
*УрФУ*

*sarapulovfn.yandex.ru*

В последние годы XX столетия внимание ученых привлечено к таким конденсированным средам, для которых характерно неупорядоченное расположение атомов в пространстве. Всеобщий интерес к этому состоянию английский физик Дж. Займан выразил следующим образом [1]: «Неупорядоченные фазы конденсированных сред - сталь и стекло, земля и вода, пусть и без остальных стихий, огня и воздуха, - встречаются несравненно чаще и в практическом отношении никак не менее важны, чем идеализированные монокристаллы, которыми не столь давно только и занималась физика твердого тела». До недавнего времени понятие «металл» связывалось с понятием «кристалл», атомы которого расположены в пространстве строго упорядочено (рисунок (а)). Однако в начале прошлого века в научном мире распространилось сообщение о том, что получены металлические сплавы, не имеющие кристаллической структуры. Металлы и сплавы с беспорядочным расположением атомов (рисунок (б)) стали называть аморфными металлическими стеклами.



(а)



(б)

Расположение атомов в кристаллическом (а) и аморфном (б) веществе

Открытие аморфных металлов внесло большой вклад в науку о металлах, существенно изменив наши представления о них. Оказалось, что аморфные металлы разительно отличаются по своим свойствам от металлических кристаллов. Формирование аморфной структуры металлов и сплавов приводит к фундаментальным изменениям магнитных, электрических, механических, сверхпроводящих и других свойств. Некоторые из них оказались очень интересными как для науки, так и для практики. Хорошо известно, что атомы расплавленного металла не имеют фиксированного положения в пространстве. Поэтому давно возникла идея «заморозить» (путем очень быстрого охлаждения) беспорядочное расположение атомов, характерное для жидкости. Долгое время структуру жидкого металла не удавалось воспроизвести в твердом состоянии, ибо при охлаждении металлического расплава процесс кристаллизации можно предотвратить, если охлаждать его со скоростью 106...108 К/с.

Особенности структуры аморфных металлических сплавов (АМС) сказались и на многих физических свойствах. Так, несмотря на то, что плотность аморфных сплавов на 1...2 % ниже плотности кристаллических аналогов, прочность их выше в 5...10 раз. Более высокая прочность связана с тем, что в АМС отсутствуют такие дефекты, как дислокации и границы зерен, свойственные кристаллическому состоянию. Беспорядок расположения атомов в виде ближнего порядка оказывает сильное влияние на электропроводность металлических стекол. Их удельное электрическое сопротивление в 3...5 раз выше, чем у кристаллических аналогов.

В настоящее время уже налажен промышленный выпуск десятков сплавов в аморфном состоянии. Оказалось, что легче всего аморфизуются сплавы переходных и благородных металлов с металлоидами (неметаллами, углеродом, бором, фосфором и др.), причем есть сплавы, в которых удается подавить кристаллизацию при скорости охлаждения порядка тысяч и даже сотен тысяч градусов в секунду. Аморфные металлы во многих отношениях отличаются от своих кристаллических собратьев. Хотя модули упругости при аморфизации снижаются в среднем на 30 (силы межатомной связи уменьшаются), но прочность и твердость резко возрастают, так металлические стекла по прочности превосходят самые лучшие легированные стали. Высокая твердость определяет их великолепную износостойкость, к тому же металлические стекла не так хрупки - как обычное стекло. Их можно, например, прокатывать при комнатной температуре.

Другое важнейшее преимущество аморфных металлических сплавов - их исключительно высокая коррозионная стойкость. Во многих весьма агрессивных средах (морской воде, кислотах) металлические стекла вообще не корродируют. Например, скорость коррозии аморфного сплава, содержащего железо, никель и хром, в растворе соляной кислоты практически равны нулю. Для сравнения можно сказать, что скорость коррозии «классического» коррозионно-стойкого сплава железа с никелем и хромом (знаменитая нержавеющая сталь, которую так и называют – «нержавейка») в той же среде превышает 10 мм/год. Основная причина такой высокой коррозионной стойкости аморфных сплавов, по-видимому, состоит в том, что, не имея кристаллической решетки, они лише-

ны и характерных «дефектов» кристаллов - дислокации и, главное, границ между зёрнами.

Весьма интересным является сочетание некоторых физических свойств аморфных сплавов, в частности, магнитных и электрических. Выяснилось, что сплавы на основе ферромагнитных металлов (железа, никеля) в аморфном состоянии так же ферромагнитны. А.И. Губанов в 1960 году первым предсказал существование ферромагнетизма в аморфных металлических сплавах. Следует подчеркнуть, что ферромагнетизм аморфных сплавов обусловлен наличием в них одного, двух или всех трех ферромагнитных элементов: железа, никеля и кобальта.

Какие полезные магнитные свойства улучшаются в результате образования аморфной структуры? Известно, что в обычных ферромагнетиках всегда имеется магнитная анизотропия, обусловленная кристаллическим порядком расположения магнитных моментов атомов. Магнитная анизотропия существенно уменьшает подвижность доменных стенок и увеличивает коэрцитивное поле. В принципе в аморфных ферромагнетиках магнитная анизотропия должна быть равна нулю, поскольку отсутствует кристаллический дальний порядок. Практически реальные аморфные ферромагнетики все же обладают магнитной анизотропией, которая, однако, на два порядка меньше, чем в кристаллических. Таким образом, аморфные металлические сплавы почти всегда являются магнитомягкими ферромагнетиками. Благодаря этим уникальным свойствам, аморфные сплавы получили широкое распространение в современной радиоэлектронной аппаратуре, прежде всего в сердечниках трансформаторов.

Магнитные свойства новых нанокристаллических сплавов обладают:

- высокой термической стабильностью (температура Кюри – 600 °С, кристаллизации – 500 °С);
- высокой термической стабильностью значения потерь в сердечнике на перемагничивание РС. В широком температурном диапазоне РС имеет слабый отрицательный температурный коэффициент;
- высокой индукцией насыщения, равной  $1,25 \text{ Т} \pm 15 \%$  в диапазоне температур –60... +130 °С.

Другим полезным свойством аморфных ферромагнетиков является более высокое значение начальной магнитной проницаемости как на низких (0,1...1 МГц), так и на высоких (5...15 МГц) частотах. Это свойство определяется высоким удельным электрическим сопротивлением аморфных ферромагнетиков, значительно снижающим потери на токи Фуко.

Магнитные аморфные сплавы имеют целый ряд преимуществ:

- низкие удельные потери;
- высокое электрическое сопротивление;
- отличные электромагнитные характеристики в широком диапазоне частот (до 1 МГц) ;
- возможность дальнейшей миниатюризации и повышения эффективности электронных устройств;
- снижение искрового тока и подавление шумов;
- экономия электроэнергии;

- более короткий (на 25 %) цикл производства изделий из аморфных лент по сравнению с пермаллоями, что снижает энергетические затраты заводов – изготовителей;
- экологически достаточно чистое производство изделий из аморфных материалов по сравнению, например, с ферритами.

Не последнее значение в росте производства аморфных сплавов занимает то обстоятельство, что фактически создана новая технология металлургического производства, обеспечивающая получение конечного продукта непосредственно из расплава, минуя многоступенчатые и энергоемкие технологические циклы такие, как ковка, прокатка, промежуточные отжиги и т.д.

#### *Библиографический список*

1. Золотухин И.В., Бармин Ю.В. Стабильность и процессы релаксации в металлических стеклах. М.: Металлургия, 1991. 158 с.
2. Золотухин И.В. Физические свойства аморфных металлических материалов. М.: Металлургия, 1986. 176 с.
3. Золотухин И.В., Калинин Ю.Е. Успехи физ. наук. М.: Высш. шк., 1990. 75 с.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ КРЫШНОЙ КОТЕЛЬНОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИЛОГО ДОМА**

*Наумова С. В., Варфоломеева О.И.*

*Ижевский государственный технический университет  
[tguug@istu.ru](mailto:tguug@istu.ru)*

Решение вопроса отопления и вентиляции котельной требуется на стадии проектирования тепломеханической части, т.к. эти затраты на собственные нужды могут повлиять на выбор мощности котельных агрегатов. В то же время, снижение затрат тепла на отопление и вентиляцию котельной, позволяет повысить коэффициент полезного действия брутто. Обогрев котельной рекомендуется [1] осуществлять с помощью воздушного отопления, а систему вентиляции предусматривать с естественным побуждением. При необходимости, допустима установка отопительных приборов в помещении котельной и системы вентиляции с механическим побуждением [1]. Особенностью расчета отопления и вентиляции котельных является то, что кроме трехкратного воздухообмена помещения необходимо учитывать расход приточного воздуха на горение для котельных агрегатов, который, для поддержания требуемой температуры в помещении котельной, необходимо подогревать.

Крышные котельные являются одним из решений вопроса теплоснабжения коммунальных объектов в условиях стесненной застройки при невозможности подключения к существующей системе теплоснабжения, а так же когда в районе застройки тепловые сети отсутствуют. Снижение суммарных затрат на теплообеспечение жилого дома с крышной котельной возможно достичь путем использования вытяжного воздуха системы вентиляции дома на горение и для отопления крышной котельной. Оценим целесообразность и техническую воз-